

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07128558  
PUBLICATION DATE : 19-05-95

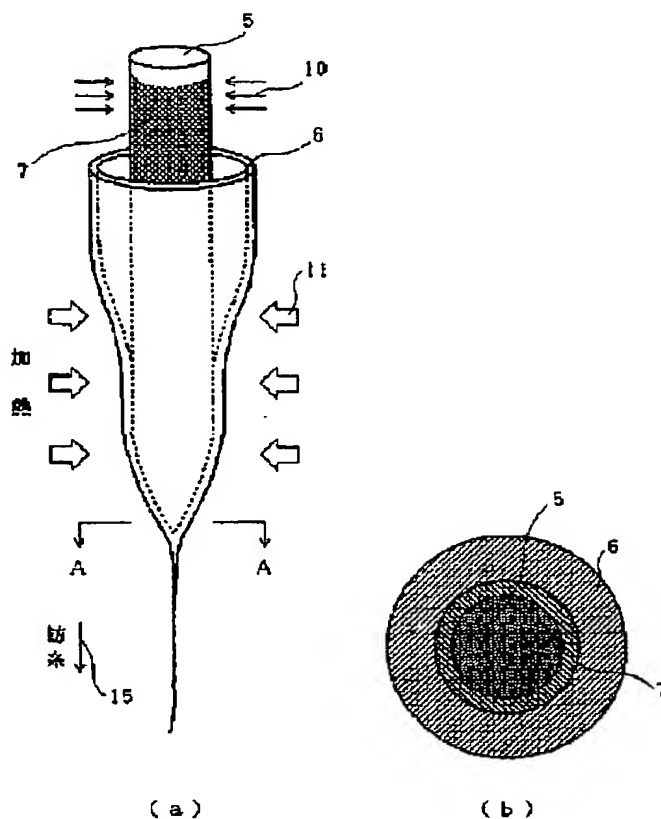
APPLICATION DATE : 04-11-93  
APPLICATION NUMBER : 05298928

APPLICANT : SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO  
LTD;

INVENTOR : MORISHITA YUICHI;

INT.CL. : G02B 6/44 G02B 6/44 G02B 6/44  
C03B 37/012 G02B 6/00

TITLE : PRODUCTION OF OPTICAL FIBER



ABSTRACT : PURPOSE: To form hermetic layers between a core part and clad part by adopting a so-called rod-in tube method.

CONSTITUTION: A single layer or multiple layers of the hermetic layers 7 are previously formed by vapor deposition or sputtering, etc., or the outer periphery of a preform rod 5 forming the core part of the inner peripheral surface of a tube 6. The hermetic layers 7 consist of a carbon or metal. Forming of the hermetic layers 7 at a specified thickness between the rod 5 and the tube 6 and spinning thereof are possible according to the rod-in tube method. The hermetic layers 7 are otherwise formed by subjecting a metal oxide or halide to a reduction treatment. Adhesion of molten metal on the rod or tube is equally satisfactory.

COPYRIGHT: (C) JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-128558

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/44	3 9 1	8102-2K		
	3 0 1 B	7036-2K		
	3 8 1	8102-2K		
C 0 3 B 37/012		A		
G 0 2 B 6/00	3 5 6 A	7036-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-298928

(22) 出願日 平成5年(1993)11月4日

(71) 出願人 000002255  
昭和電線電纜株式会社  
神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
(72) 発明者 深田 知周  
神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内  
(72) 発明者 桜井 勇  
神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 佐藤 幸男 (外1名)

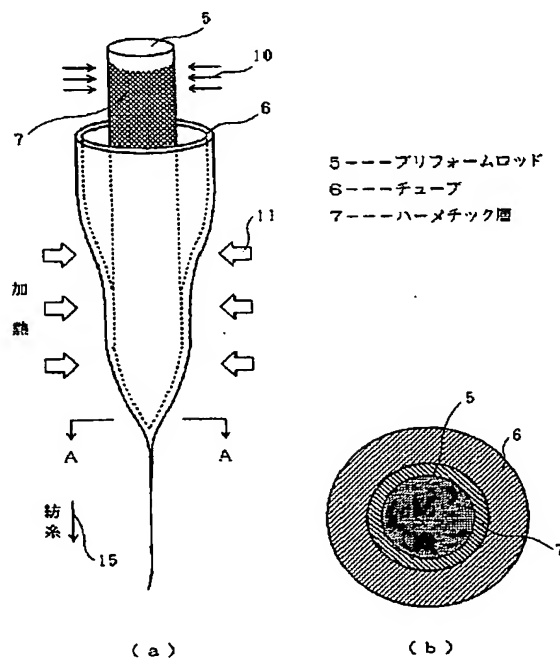
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ製造方法

(57) 【要約】

【目的】 いわゆるロッドインチューブ法を採用して、コア部とクラッド部の境界にハーメチック層を形成する。

【構成】 コア部を形成するブリフォームロッド5の外周やクラッド用のチューブ6の内周面に、予め蒸着やスパッタリング等により単層あるいは多層のハーメチック層7を形成する。このハーメチック層7はカーボンや金属から成る。ロッドインチューブ法によれば、ハーメチック層7をブリフォームロッド5とチューブ6との間に一定の厚さで形成して紡糸することができる。ハーメチック層7はその他に、金属酸化物やハロゲン化物を還元処理して形成する。また、熔融金属を付着させてもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、

前記ブリフォームロッドの外周面もしくは前記チューブの内周面あるいは双方の面に、蒸着によるハーメチック層を形成して、

前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸することを特徴とする光ファイバ製造方法。

【請求項2】 コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、

前記ブリフォームロッドの外周面もしくは前記チューブの内周面あるいは双方の面に、金属の酸化物もしくはハロゲン化物を層状に付着させ、還元処理して金属によるハーメチック層を形成し、

前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸することを特徴とする光ファイバ製造方法。

【請求項3】 コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、

前記ブリフォームロッドの外周面と前記チューブの内周面との間に、熔融金属を満たして、その金属によるハーメチック層を形成し、

前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸することを特徴とする光ファイバ製造方法。

【請求項4】 コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、

前記ブリフォームロッドの外周面と前記チューブの内周面との間に、線状金属を挟み込んでその金属によるハーメチック層を形成し、

前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸することを特徴とする光ファイバ製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、水素や水のファイバ内への浸入を防止した構成の光ファイバを製造する光ファイバ製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ファイバは、通信や情報伝送の分野に広く採用されている。この光ファイバはコア部及びクラッド部を有し、コア部に光信号を閉じ込めて伝送する。このような光ファイバを長期間使用していると、コア部に外部から水素や水が浸入し、特性上の劣化が生じるという問題がある。即ち、光ファイバを構成する薄いガラス層は水素や水の浸入を完全に遮断することができず、これらの浸入によって光ファイバのコア部を伝送される信号が散乱されたり吸収され、減衰が生じる。従って、従来、光ファイバの外周に水素や水を透過させない材料

を被覆して保護する方法が開発されている。この保護層としては、カーボン層等が挙げられる。

【0003】ところが、このような保護層を形成した後、更に機械的保護のために各種のプラスチックを被覆すると、保護層とプラスチックとが相互に悪影響を及ぼす場合がある。また、接続処理等の際にプラスチック被覆を取り除くと、保護層も同時に剥がれてしまい、再び保護層形成のための処理を行わなければならないという問題がある。このような問題を解決するために、コア部とクラッド部の間やクラッド部の中間等に保護層を形成する方法が、例えば特開昭60-249109号公報等に記載されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のようなハーメチック層をコア部とクラッド部の境界に適切な厚さで形成することは容易でない。本発明は以上の点に着目してなされたもので、いわゆるロッドインチューブ法を採用したコア部とクラッド部の境界にハーメチック層を良好に形成する光ファイバ製造方法を提供することを目的とするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】第1発明は、コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、前記ブリフォームロッドの外周面もしくは前記チューブの内周面あるいは双方の面に、蒸着によるハーメチック層を形成して、前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸することを特徴とする光ファイバ製造方法に関する。

【0006】第2発明は、コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、前記ブリフォームロッドの外周面もしくは前記チューブの内周面あるいは双方の面に、金属の酸化物もしくはハロゲン化物を層状に付着させ、還元処理して金属によるハーメチック層を形成し、前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸することを特徴とする光ファイバ製造方法に関する。

【0007】第3発明は、コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、前記ブリフォームロッドの外周面と前記チューブの内周面との間に、熔融金属を満たして、その金属によるハーメチック層を形成し、前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸することを特徴とする光ファイバ製造方法に関する。

【0008】第4発明は、コア部を含むブリフォームロッドの外周にクラッド用のチューブを被覆して光ファイバを製造する場合に、前記ブリフォームロッドの外周面と前記チューブの内周面との間に、線状金属を挟み込んでその金属によるハーメチック層を形成し、前記ブリフォームロッド外周に前記チューブを密着させて紡糸する

ことを特徴とする光ファイバ製造方法に関する。

【0009】

【作用】コア部を形成するブリフォームロッドの外周やクラッド用のチューブの内周面に、予め蒸着やスパッタリング等により単層あるいは多層のハーメチック層を形成する。このハーメチック層はカーボンや金属から成る。ロッドインチューブ法によれば、ハーメチック層をブリフォームロッドとチューブとの間に一定の厚さで形成して紡糸することができる。ハーメチック層としての金属膜は金属酸化物やハロゲン化物を還元処理して形成する。また、熔融金属を付着させてもよい。

【0010】

【実施例】以下、本発明を図の実施例を用いて詳細に説明する。図1は、本発明の光ファイバ製造方法実施例を示し、(a)は製造時におけるブリフォームロッドとチューブの斜視図、(b)は(a)のA-A線に沿う断面図である。図において、本発明では、よく知られたロッドインチューブ法により光ファイバを製造する方法が利用される。即ち、ブリフォームロッド5は光ファイバのコア部外周にクラッド部を設けたような一定の屈折率分布を持つガラス棒である。このブリフォームロッド5の外周にはクラッド用のガラスから成るチューブ6が被せられる。このような状態で、矢印11で示した部分を加熱すると、チューブ6が軟化してブリフォームロッド5に密着する。そして、図の矢印15に示す方向に下端を引き取り紡糸すると、一定の太さの光ファイバが得られる。

【0011】ここで、本発明においては、ブリフォームロッド5の外周面に矢印10に示すような位置で蒸着によるハーメチック層を形成する。このハーメチック層の材料としてはカーボン等が適する。このハーメチック層の厚みが一定以上要求される場合もあるが、1回の蒸着作業では必要な厚さを得ることができない。従って、何回にも分けて蒸着をし、適切な厚さとする。カーボン層の形成は、例えば炭化水素ガスを熱分解して付着させるといった方法でもよい。また、スパッタリング法やCVD法等によることもできる。

【0012】また、ブリフォームロッド5の外周面か、あるいはチューブ6の内周面のいずれかにハーメチック層を形成するようにすればよい。また、両方にハーメチック層を形成すれば、より厚いハーメチック層を一挙に設けることも可能になる。以上のようにして光ファイバを製造すると、図の(b)に示すように、(a)のA-A断面からみると、ブリフォームロッド5の外周にハーメチック層7を介してチューブ6を密着した状態となり、これを紡糸することによって所定の構成の光ファイバが得られる。

【0013】なお、ハーメチック層の形成はVADスート合成法等のような方法によっても差し支えない。また、蒸着用の金属には錫等が適する。ハーメチック層を

設ける場合、光が十分伝搬する範囲ならばハーメチック層はクラッドのどの位置に設けるようにしても差し支えない。

【0014】上記ハーメチック層を比較的厚く形成するような場合には、カーボン層よりも金属層が容易である。この金属層を形成する場合、例えば蒸着やスパッタリング等によって、図1に示す状態で、金属酸化物あるいはハロゲン化物をブリフォームロッド5の外周面に付着させる。その後、紡糸を開始するまでに、あるいは紡糸中に、ブリフォームロッド5とチューブ6とを不活性ガスや水素雰囲気中に置き、金属酸化物やハロゲン化物を還元する。これによって、ブリフォームロッド5とチューブ6の間に金属層を形成する。これを紡糸することにより、先に説明したと同様の構成の光ファイバを製造することができる。なお、金属層を形成する方法としては、上記の他にゾルゲル法によることもできる。

【0015】図3に、金属層を形成する別の方法を示す。この図は、ブリフォームロッド外周に配置したチューブの断面図である。図に示すように、ブリフォームロッド5を取り巻くようにクラッド部を形成するチューブ6が配置されている。この配置の仕方は、図1に示した実施例と全く同様である。ここで、ブリフォームロッド5とチューブ6の間には、錫等の熔融金属12が満たされている。このような状態で熔融金属12の酸化を防ぎつつ紡糸を行うと、図1(b)に示したような断面構造の光ファイバが得られる。

【0016】なお、上記のように金属被覆を行う場合には、ブリフォームロッド5の構成は、予めコア部に対し所定の厚みのクラッド部が被覆されたものであることが好ましい。そのブリフォームロッド5を形成するクラッド部の厚みは、コア部から染み出している光が十分弱くなる程度の厚みが好ましい。例えば、コア径10ミクロンメートル( $\mu\text{m}$ )の場合、伝送光の波長が1.3ミクロンメートルならばブリフォームロッドを形成するクラッド部の厚さは5ミクロンメートル以上であることが好ましい。金属層は、この場合、少なくとも0.1ミクロンメートル以上であれば所定の水素や水を遮断する役割を果たすことができる。なお、5ミクロンメートル以上ではそれを取り囲んでクラッド部を構成するチューブ6のガラスとの熱膨張の違いによって破断が生じる。なお、金属層の外周には50~100ミクロンメートル程度のガラス層が形成されればよい。

【0017】また、図3に示す実施例の熔融金属12は、予め熔融状態のままブリフォームロッド5とチューブ6の間に流し込まれてもよいし、また粉末状で送られ、紡糸による熱によって下部が熔融するといった構成であってもよい。なお、上記のように金属層をハーメチック層とした場合、ここに電流を流すことも可能になる。従って、ハーメチック層を利用して一定の信号や電力の伝送も可能である。

【0018】図4に、本発明の更に別の実施例を示す。  
 (a)はブリフォームロッドに被せるチューブの断面図、(b)は(a)のB-B線に沿う断面図である。図の(a)に示すように、この実施例ではブリフォームロッド5とチューブ6との間に金属線13を適当な本数挿入する。このような状態で紡糸を行うと、(b)に示すように、ブリフォームロッド5とチューブ6との間に金属線13が挟み込まれた構成とすることができる。なお、この金属線13が加熱によって一部溶融すれば、図に示すように、ブリフォームロッド5とチューブ6との間に金属によるハーメチック層14が同時に形成される。これによって、ハーメチック層の形成を行うと共に、ある程度の電流を流すことができる金属線13をファイバ内に配置することが可能になる。

【0019】本発明は以上の実施例に限定されない。上記実施例におけるブリフォームロッドの構成は、コア部の外周に1層以上クラッド部を形成したものであってもよい。また、その屈折率分布は、いわゆるステップインデックスであっても、グレードインデックスのものであってもよい。クラッド部を構成するチューブも多層構成のものであっても差し支えない。また、ガラス材料は石英ガラスであっても、多成分ガラスであってもよい。

【0020】

【発明の効果】以上説明した本発明の光ファイバ製造方法によれば、ロッドインチューブ法によって、ブリフォームロッドとクラッド用のチューブの間にハーメチック層を形成するので、外部に被覆するプラスチック層等とのマッチングを図る必要はなく、またハーメチック層が機械的に保護されているため安定な特性となる。しかも、ロッドインチューブ法によって、この種の構成の光ファイバを連続的に大量生産することができる。

\*【0021】また、ブリフォームロッドの外周面やチューブの内周面、あるいはその両方に金属酸化物やハロゲン化物を層状に付着させ、還元処理するようにすれば、不純物のない均一な金属被膜によるハーメチック層が形成できる。また、熔融金属をブリフォームロッドの外周面とチューブの内周面との間に満たすことによってハーメチック層を形成すれば、比較的厚いハーメチック層を容易に形成することができる。更に、ブリフォームロッドとチューブとの間に金属線を挟み込んでハーメチック層を形成すれば、その金属線に電流を流すことも可能になる。以上のような方法によって、ハーメチック層の厚みを比較的容易に自由に制御できるため、高い品質の耐水素性、耐水性の光ファイバを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバ製造方法を説明するための図で、(a)はブリフォームロッド、チューブの斜視図、(b)はそのA-A線に沿う断面図である。

【図2】従来知られているハーメチック層を有する光ファイバの断面図である。

【図3】本発明の熔融金属によるハーメチック層を形成する際のブリフォームロッドとチューブの断面図である。

【図4】本発明の更に別の方法を説明する図で、(a)はブリフォームロッドとチューブの断面図、(b)はそのB-B線に沿う断面図である。

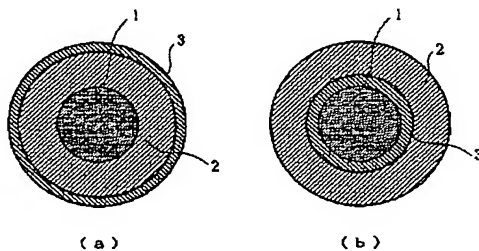
【符号の説明】

5 ブリフォームロッド

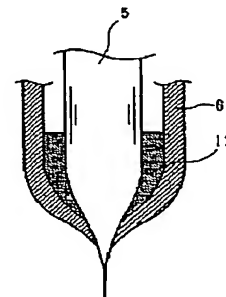
6 チューブ

7 ハーメチック層

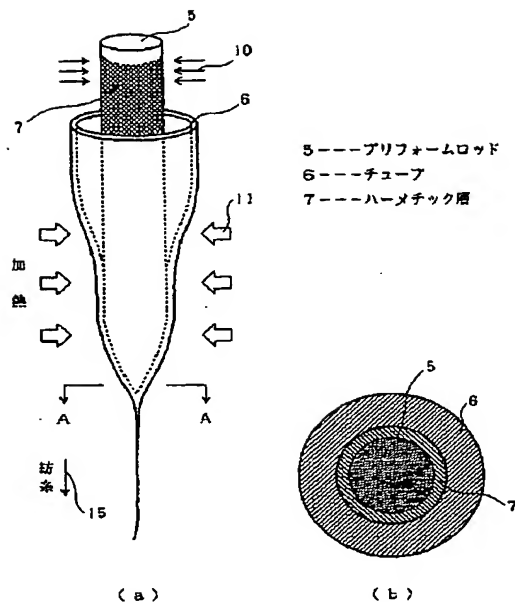
【図2】



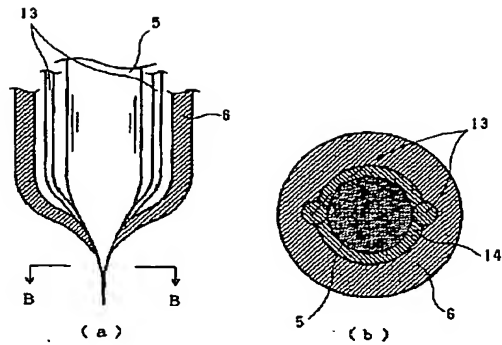
【図3】



【図1】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 真基重  
神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1  
号 昭和電線電纜株式会社内

(72)発明者 渡辺 秀  
神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1  
号 昭和電線電纜株式会社内

(72)発明者 森下 裕一  
神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1  
号 昭和電線電纜株式会社内

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) PATENT DISCLOSURE BULLETIN (A)

(11) Patent Application Disclosure No.: Patent Disclosure 7-128558 (1995)

(43) Disclosure Date: May 19, 1995

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	Identification Symbol	Patent Office Assigned Number
G-02B 6/44	391	8102-2K
	301	B 7036-2K
	381	8102-2K
C03B 37/012		A
G02B 6/00	356	A 7036-2K

FI Technology Display Location

Search Request: Not yet made

Number of Claim: 4

FD (Total page: 5)

---

(21) Patent Application No.: Patent Application 5-298928 (1993)

(22) Application Date: November 4, 1993

(71) Applicant 00002255

Showa Electric Wire Cable K K

1-1, 2-Chome, Odasakae, Kawasaki-ku,

Kawasaki City, Kanagawa-ken

(72) Inventor: C. Fukada

c/o Showa Electric Wire Cable K K

1-1, 2-Chome, Odasakae, Kawasaki-ku,

Kawasaki City, Kanagawa-ken

(72) Inventor: I. Sakurai

c/o Showa Electric Wire Cable K K

1-1, 2-Chome, Odasakae, Kawasaki-ku,

Kawasaki City, Kanagawa-ken

(72) Inventor: M. Kato

c/o Showa Electric Wire Cable K K

1-1, 2-Chome, Odasakae, Kawasaki-ku,

Kawasaki City, Kanagawa-ken

(72) Inventor: H. Watanabe

c/o Showa Electric Wire Cable K K

1-1, 2-Chome, Odasakae, Kawasaki-ku,

Kawasaki City, Kanagawa-ken

(72) Inventor: Y. Morishita

c/o Showa Electric Wire Cable K K

1-1, 2-Chome, Odasakae, Kawasaki-ku,

Kawasaki City, Kanagawa-ken

(74) Agent, Attorney: S. Sato and one other person



(54) [Subject of Invention]

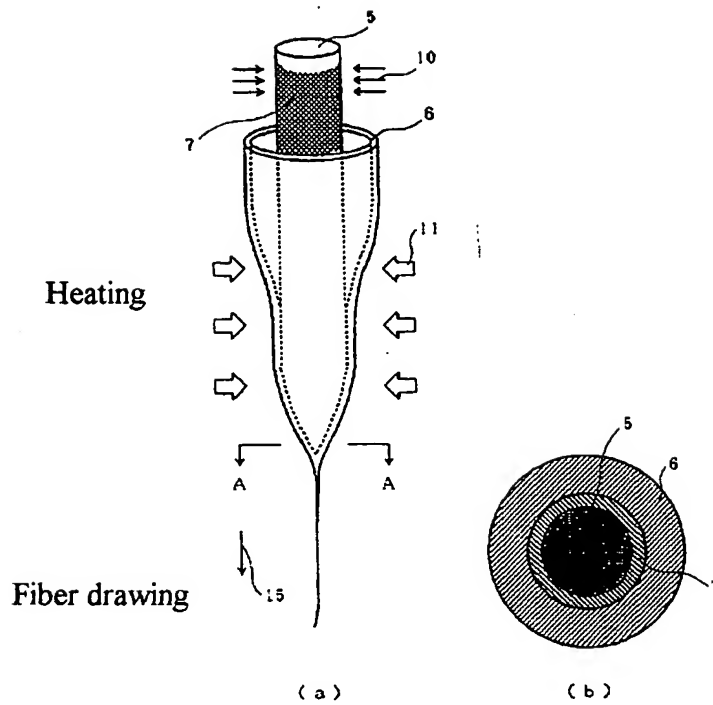
*Manufacturing method of optical fiber*

(57) [Summary]

[Objective] By adapting the so called rod in tube method to form a hermetic layer in the boundary of the core portion and the clad portion.

[Constitution] To the outer circumference of the preform rod 5 forming the core portion and/or the inner circumference face, the hermetic layer 7 of single layer or multi-layers is formed beforehand by the vapor deposition and/or the sputtering, etc. methods. This hermetic layer 7 is composed of carbon and/or gold layer. Based on the rod in tube method, the hermetic layer 7 can be formed to a certain thickness between the preform rod 5 and the tube 6 to carry out the spinning (fiber drawing). For the hermetic layer 7, in addition to the above, it can be formed by reduction treatment of oxide or halide of metal; or a molten metal can be adhered.

5...preform rod  
6...tube  
7...hermetic layer



[Scope the Patent Claim]

[Claim Item 1] *An optical fiber manufacturing method having the following*

*characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the clad,*

*to the outer circumference surface of the aforementioned preform rod or to the inner circumference surface of the aforementioned tube or to both of the surfaces, a hermetic layer by the vapor deposition is formed, and*

*the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).*

[Claim Item 2] *An optical fiber manufacturing method having the following*

*characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the clad,*

*to the outer circumference surface of the aforementioned preform rod or to the inner circumference surface of the aforementioned tube or to both of the surfaces, oxide or halide of metal is adhered in layer shape and by reduction treatment, a hermetic layer based on metal is formed, and*

*the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).*

[Claim Item 3] *An optical fiber manufacturing method having the following*

*characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the clad,*

to the space between the outer circumference surface of the aforementioned preform rod and the inner circumference surface of the aforementioned tube, a molten metal is filled to form a hermetic layer based on this metal, and

the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).

[Claim Item 4] An optical fiber manufacturing method having the following characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the clad,

to the space between the outer circumference surface of the aforementioned preform rod and the inner circumference surface of the aforementioned tube, wire (fiber) shape metals are sandwiched to form a hermetic layer based on this metal, and

the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).

[Detailed Explanation of the Invention] [0001] [Industrial Application Field] The present invention is related to an optical fiber manufacturing method for producing an optical fiber in a construction which prevents the invasion of hydrogen and/or water into the fiber.

[0002] [Conventional Technology] Optical fibers are widely applied to the fields of communication and information transmission. This optical fiber possesses a core portion and the clad portion to seal the optical signals in the core portion to carry out transmission. When this kind of optical fiber is used for a long period of time, from the outside, hydrogen and/or water would invade into the core to cause a problem of so called performance degradation. Namely, the thin glass layer constructing the optical fiber cannot completely shield the invasion of the hydrogen and/or water; and by these invasions, the signals being transmitted in the core portion of the optical fiber would be

scattered or absorbed to cause attenuation. Accordingly, so far, the protection methods based on covering the outer circumference of the optical fiber by a material which would not allow the permeation of hydrogen and water have been developed. For this protection layer, carbon layer, etc. can be listed.

[0003] However, after this kind of protective layer is formed, for further mechanical protection, if various plastics are coated, there have been cases that the protective layer and the plastic would adversely affect each other. And during the splicing, etc. operation, if the plastic coat is removed, the protective layer has to be peeled off simultaneously; thus, a problem would be that a treatment of protective layer formation has to be performed again. For solving this problem, the method for forming a protective layer between the core portion and the clad portion has been described in, for example, Patent Disclosure Bulletin No. 60-249109 (1985).

[0004]

[The Problem to be Solved by the Invention] However, it is not easy to form the hermetic layer described above in a suitable thickness at the boundary of the core portion and the clad portion. The present invention is aimed at this point; the objective is to provide an optical fiber manufacturing method for nicely forming a hermetic layer at the boundary of the core portion and the clad portion by adapting the rod in tube method.

[0005]

[The Means Used Solve the Problem] The No. 1 invention is related to an optical fiber manufacturing method having the following characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the clad, to the outer circumference surface of the

aforementioned preform rod or to the inner circumference surface of the aforementioned tube or to both of the surfaces, a hermetic layer by the vapor deposition is formed, and the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).

[0006] The No. 2 invention is related to an optical fiber manufacturing method having the following characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the clad, to the outer circumference surface of the aforementioned preform rod or to the inner circumference surface of the aforementioned tube or to both of the surfaces, oxide or halide of metal is adhered in layer shape and by reduction treatment, a hermetic layer based on metal is formed, and the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).

[0007] The No. 3 invention is related to an optical fiber manufacturing method having the following characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the clad, to the space between the outer circumference surface of the aforementioned preform rod and the inner circumference surface of the aforementioned tube, a molten metal is filled to form a hermetic layer based on this metal, and the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).

[0008] The No. 4 invention is related to an optical fiber manufacturing method having the following characteristics: In the case in that an optical fiber is manufactured by covering the outer circumference of the preform rod containing the core portion with a tube for the

clad, to the space between the outer circumference surface of the aforementioned preform rod and the inner circumference surface of the aforementioned tube, wire (fiber) shape metals are sandwiched to form a hermetic layer based on this metal, and the aforementioned tube is tightly adhered to the outer circumference of aforementioned preform rod to carry out fiber spinning (drawing).

[0009]

[Function] To the outer circumference of the preform rod forming the core portion and/or the inner circumference face, hermetic layer of single layer or multi-layers is formed beforehand by the vapor deposition and/or the sputtering, etc. methods. This hermetic layer is composed of carbon and/or gold layer. Based on the rod in tube method, the hermetic layer can be formed to a certain thickness between the preform rod and the tube; then the spinning (fiber drawing) is carried out. For the hermetic layer, in addition to the above, it can be formed by reduction treatment of oxide or halide of metal; or a molten metal can be adhered.

[0010]

[Implementation Example] Below, the present invention is illustrated in details by using implementation examples. Fig 1 shows an implementation example of the optical fiber manufacturing method of the present invention: (a) is an oblique view of the preform rod and the tube during the manufacturing and (b) is the cross section of the line along A—A of (a). In the figures, the optical manufacturing method based on the well known rod in tube method is utilized. Namely, the preform rod 5 is a glass rod possessing a fixed refractive index of the core portion of the optical fiber (to the outer circumference a clad portion has been provided: cf 10). The outer circumference of this preform rod 5 would

be covered by the tube 6 composed of glass for the clad. Under this condition, when the portion indicated by the arrows is heated, the tube 6 would be softened and tightly adhered to the preform rod 5. And, when the bottom-end is pulled to draw fiber in the direction indicated by the arrow 15 in the figure, a certain diameter of optical fiber would be obtained.

[0011] Here, in the present invention, to the outer circumference surface of the preform rod 5, at the position indicated by the arrows 10, a hermetic layer by vapor deposition is to be formed. For the material of this hermetic layer, carbon, etc. are suitable. In some cases for more than a certain thickness of this hermetic layer 7 would be required; and by just one vapor deposition operation, the required thickness cannot be obtained. Therefore, the vapor deposition is divided into a number of times to complete the suitable thickness. For the formation of carbon layer, for example, the method based on the adhesion of thermal decomposed hydrocarbon gas can be employed. And the sputtering method and CVD method, etc. can also be used.

[0012] And, the hermetic layer is formed either onto the outer circumference surface of the preform rod 5 or onto the inner circumference surface of the tube 6. And by forming the hermetic layer to both surfaces, an even thicker hermetic layer can be provided at once. By manufacturing the optical fiber through the above, as shown in Fig 1 (b), when it is viewed from the A—A cross section of (a), it would become the state that to the outer circumference of the preform rod 5, the tube 6 would be tightly adhered through the hermetic layer 7; by fiber spinning (drawing) of this, the specified construction of optical fiber can be obtained.



[0013] Furthermore, the formation of the hermetic layer can also be based on the methods such as the VAD soot synthesis method, etc. And, for the metal to be used for vapor deposition, tin, etc. are suitable. In the arrangement of the hermetic layer, it can be provided at any position of the clad as long as it is within the range where the light can be sufficiently propagated.

[0014] When the aforementioned hermetic layer is to be formed in relatively large thickness, instead of a carbon, a metal layer would be easier. In the case where a metal layer is to be formed, for example, by the vapor deposition or sputtering, etc., under the condition shown in Fig 1, a metal oxide or halide is adhered to the outer circumference surface of the preform rod 5. After this, before the initiation of the fiber drawing or during the fiber drawing, the preform rod 5 and the tube 6 are placed in an inert gas and/or hydrogen gas to reduce the metal oxide or halide. By this, a metal layer would be formed in the space between the preform rod 5 and the tube 6. When this is drawn, an optical fiber of the construction similar to the previously illustrated can be manufactured. Further, as a method of forming the metal layer, in addition to the aforementioned, the sol-gel method can also be employed.

[0015] In Fig 3, another method of forming metal layer is shown. This figure is the cross section of the tube arranged to the outer circumference of preform rod. As shown in the figure, the tube 6 forming the clad portion winding around the preform rod 5 is arranged. The method of this arrangement is entirely identical to the implementation example shown in Fig 1. Here, in the space between the preform rod 5 and the tube 6, tin, etc. molten metal 12 is filled. Under this condition, while the oxidation of the metal is being

prevented, the fiber drawing is performed, the optical fiber of the cross section structure as shown in Fig 1 (b) would be obtained.

[0016] Furthermore, when the metal coating is performed as described above, the construction of the preform 5 is desirable that the construction of the preform rod 5 is that a specified thickness clad portion against the core portion is coated beforehand. The thickness of the clad portion forming the preform 5 is desirably to be the level that the light leaking out the core portion would become sufficiently weak. For example, in the case the core diameter is 10 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), if the wavelength of the transmission light is 1.3  $\mu\text{m}$ , the thickness of the clad portion forming the preform rod is preferably to be more than 5  $\mu\text{m}$ . The metal layer, in this case, if it is more than 0.1  $\mu\text{m}$ , the role of shielding the specific hydrogen and/or water can be achieved. Furthermore, if it is more than 5  $\mu\text{m}$ , breakage could occur by its thermal expansion difference with the surrounding glass of the tube 6 constructing the clad portion. Further, to the outer circumference of the metal layer, a glass layer of 50 to 100  $\mu\text{m}$  level is to be formed.

[0017] And, the molten metal 12 of the implementation example shown in Fig 3 can be poured into the space between the preform rod 5 and the tube 6 beforehand (the metal under molten state) or it can be in the constitution that the metal can be delivered in powder shape and the bottom portion is to be melted by the fiber drawing heat.

Furthermore, in the case where the aforementioned metal layer is made to be the hermetic layer, it would become possible that that a current be flowed here (the metal layer).

Therefore, by utilizing this hermetic layer, a certain signals and/or electric power can be transmitted.

[0018] Fig 4 further shows other implementation example of the optical fiber manufacturing method of the present invention; (a) is the cross section of the preform rod and (underline portion added by the translator) the tube covering the preform; and (b) is the cross section of the line along B—B of (a). As shown in Fig 4 (a), in this implementation example, suitable pieces of the metal wire 13 are inserted into the space between the preform rod 5 and the tube 6. When the fiber drawing is performed under this condition, as shown in (b), it can be made to the construction that the metal wire 13 is sandwiched between the preform rod 5 and the tube 6. Further, when this metal wire 13 is partially melted by the heating, as shown in the figure, the hermetic layer 14 based on the metal would be formed simultaneously in between the preform rod 5 and the tube 6. By this, the hermetic layer forming is carried out and at the same time the metal wire 13 capable of conducting a certain level of current can be arranged inside the fiber.

[0019] The present invention is not limited to the above implementation examples. The construction of the preform rod in the aforementioned implementation examples can be a kind in that more than one layer of clad portion is formed to the outer circumference of the core portion. And, its refractive index distribution can be the so called step-index or the graded-index. The tube can also be a multi-layer structure for constructing the clad portion. And, the glass material can be a quartz glass or a multi-component glass.

[0020]

[Effect of the Invention] According to the above described optical fiber manufacturing method of the present invention, by the rod in tube method, a hermetic layer is formed in the space between the preform rod and the tube for the clad; therefore, there is no need to achieve matching with the plastic layer, etc. to be used to cover the outside; and since the

hermetic layer is protected mechanically, the performance would be stable. Furthermore, by the rod in tube method, this kind of optical fiber can be mass-produced continuously.

[0021] And, by the approach in that to the outer circumference surface of the aforementioned preform rod or to the inner circumference surface of the aforementioned tube or to both of the surfaces, metal oxide or metal halide is adhered in layer shape and the oxide or the halide is then reduced, a homogeneous hermetic layer based on the metal free from impurity can be formed. And, by filling the space between the outer circumference surface of the preform rod and the inner circumference surface of the clad with a molten metal to form the hermetic layer, a relatively thick hermetic layer can be easily formed. Furthermore, by sandwiching metal wire(s) between the preform rod and the tube to form the hermetic layer, electrical current can be also flowed through this electric wire. By the above described methods, the thickness of the hermetic layer can be relatively easily and freely controlled; optical fibers possessing high quality in hydrogen durability, water durability can be manufactured.

[Brief Explanation of Figures]

Fig 1 shows an implementation example of the optical fiber manufacturing method of the present invention: (a) is an oblique view of the preform rod and the tube during the manufacturing and (b) is the cross section of the line along A—A of (a).

Fig 2 is the cross section of an optical fiber possessing the hitherto known hermetic layer.

Fig 3 is the cross section of the preform rod and the tube in that the hermetic layer is formed by a molten metal based on the present invention.

Fig 4 further shows other method of the present invention: (a) is the cross section of the preform rod and the tube; and (b) is the cross section of the line along B—B of (a).

[Illustration of Symbols]

5...preform rod

6...tube

7...hermetic layer

Fig 1

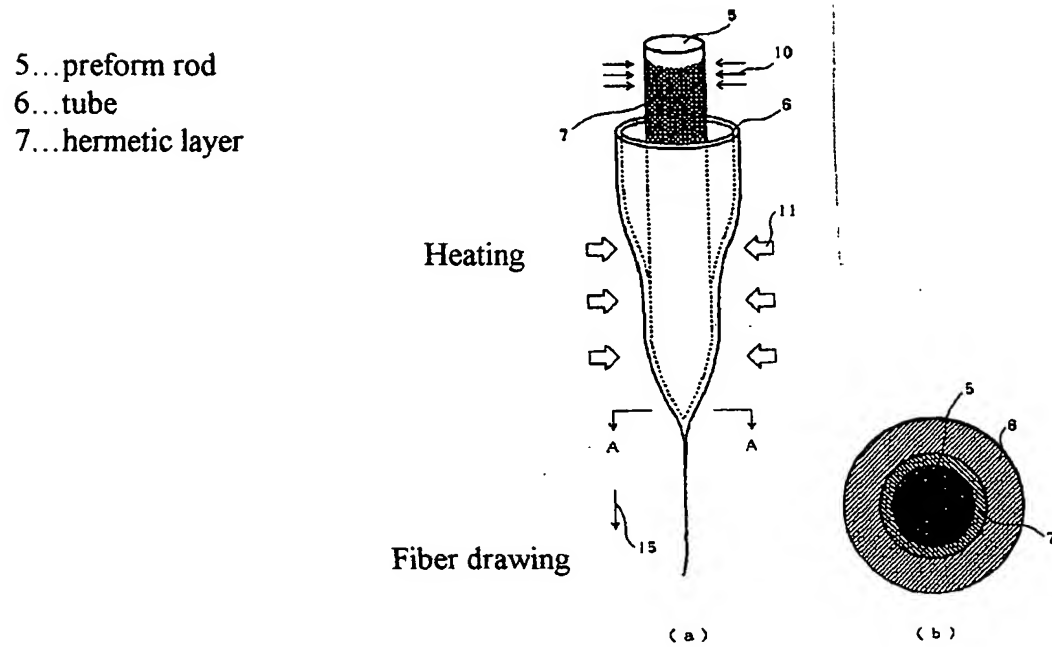


Fig 2

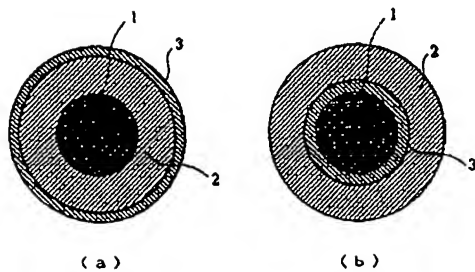


Fig 3

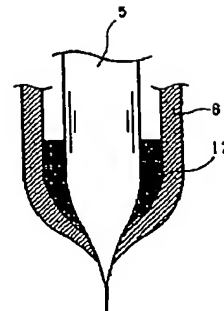


Fig 4

